

岡山県庁 正会員 那須 潤
岡山大学環境理工学部 正会員 竹宮 宏和
東洋建設 正会員 合田 和哉

1. まえがき 兵庫県南部地震においては、神戸に震災の帯と称される被害集中域が現れた。この被害集中の要因の一つに、地盤構造の不整形性による地震動の増幅が考えられる。その後の調査課程で神戸の特異な地盤構造が明らかになったこともあり、不整形地盤による地震動増幅現象のメカニズムを解明し今後の教訓とし、土木・建築構造物の建設等に役立てることが重要である。そこで本研究では、不整形地盤の存在による断層地震波の反射・散乱を考慮し、地盤の不整形性が地表面の挙動にどのような影響を及ぼすかを把握することを目的に解析を行った。

2. 解析手法及び解析モデル 地盤震動特性の把握を目的に波動伝播特性を時刻歴をも併せて捉えようという観点から、時間領域境界要素法(TD-BEM)を選び解析を進めた。ここで不整形地盤解析に際しTD-BEMに動的サブストラクチャー法を導入し、沖積地盤での応答増幅特性・遷移応答の把握を行なっている。入力地震波としては、解析的に得られた断層破壊による変位波形を考え、基盤節点に対応させて取り出し入力地震動と仮定した。なお、断層地震動は、半無限多層地盤のグリーン関数を用いた運動学的断層モデルによる波動伝播解析手法¹⁾から求めた変位であり、その結果は3次元波動場のものである。ここでは、面内でBEM解析を行なうため、平面を規定して不整形地盤解析を行なっている。地盤構造としては図1、図2に示す傾斜基盤を有する不整形地盤を想定した。断層モデルにはハスケルモデルを用い、そのパラメータは表1に示す通りである。なお、断層の相対変位は約1.0mとしている。

表1. 理論変位波形の計算条件

	メカニズム (strike,dip,rake)	地震モーメント Nm	破壊持続 時間 sec	面積 km ²
断層の形態	(0,87,172)	1.89×10^{19}	0-5	10×5
破壊伝播速度(V_r)=3.0km/s、立ち上がり時間1.0s				

3. 解析結果と考察 図3から、xz平面(断層の走行方向に平行)解析において傾斜地盤での明らかな変位増幅効果がみられる。同現象は水平成分で局所的で、層境界の部分より少し離れた領域BからC地点にかけて現れており、これが鉛直方向に伝わる波と側方の傾斜基盤面から発生して水平に伝わる波の干渉によって生じた増幅と考えられる。また、鉛直応答についても類似した現象が確認できるが、異なる点は直達波の増幅ではなく後の地盤振動によるものが大きいことにある。すなわち鉛直成分はその表層地盤特性に大きく左右されると結論づけられる。さらにyz平面(走行方向に直角)解析について、断層から離れた所、断層真上のyz平面ともに、図4、図5の変位波形より水平方向の増幅はみられない。地盤の不整形性により、直達波到達後の挙動がやや複雑になる程度である。ただ図4の鉛直成分では、層境界の部分から発生した変位がC、D地点に大きく影響を及ぼしていることが分かる。

4. むすび 今回行ったシミュレーションからは次のことが判った。断層周辺地盤の波動は、主に断層破壊に断層地震動、不整形地盤、増幅効果

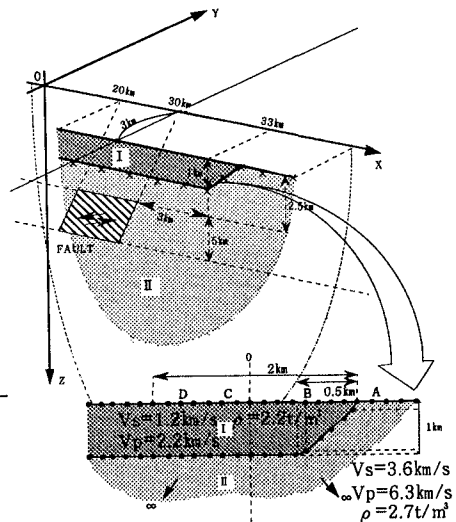


図1. xz平面内での解析対象領域

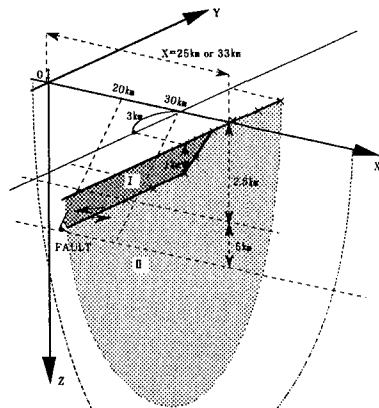


図2. yz平面内での解析対象領域

よって形成された直達波による衝撃波形と、表層地盤内を伝播する表面波より成る。ここに地盤の不整形性が存在する場合、水平成分で波の干渉による増幅効果がみられ、鉛直成分では沖積層の固有周期が卓越し地盤振動が顕著に現われる。

参考文献 1) 合田和哉：移動加振および衝撃载荷による3次元成層地盤内の波動伝播に関する研究とその応用、岡山大学博士論文、1997.3

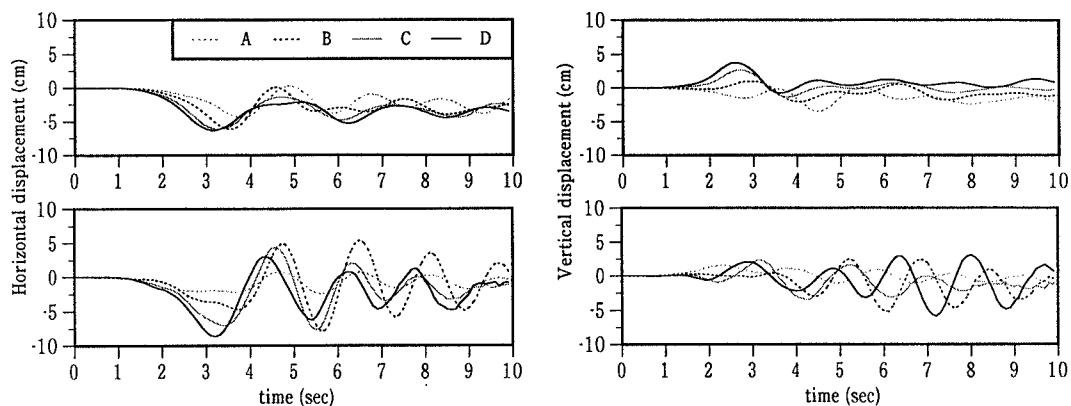


図3. 水平堆積層（上）と傾斜地盤（下）の各場所ごとの変位時刻歴（xz平面）

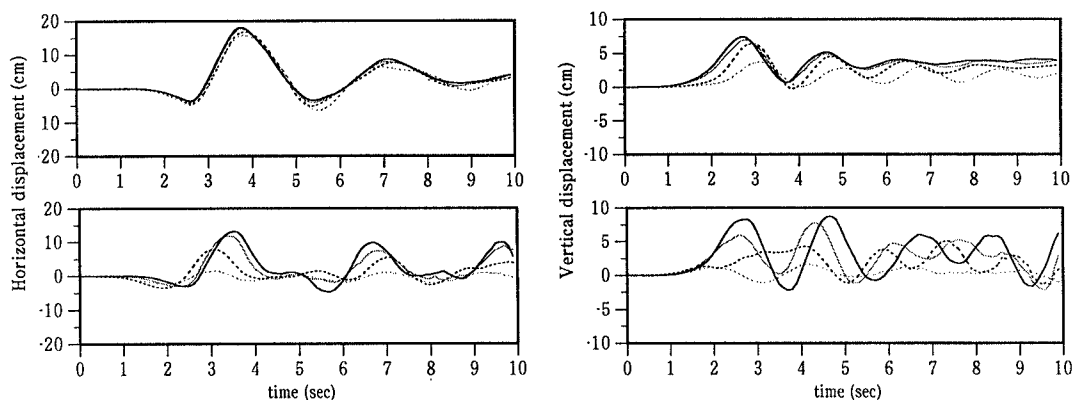


図4. 水平堆積層（上）と傾斜地盤（下）の各場所ごとの変位時刻歴（yz平面、X=33km）

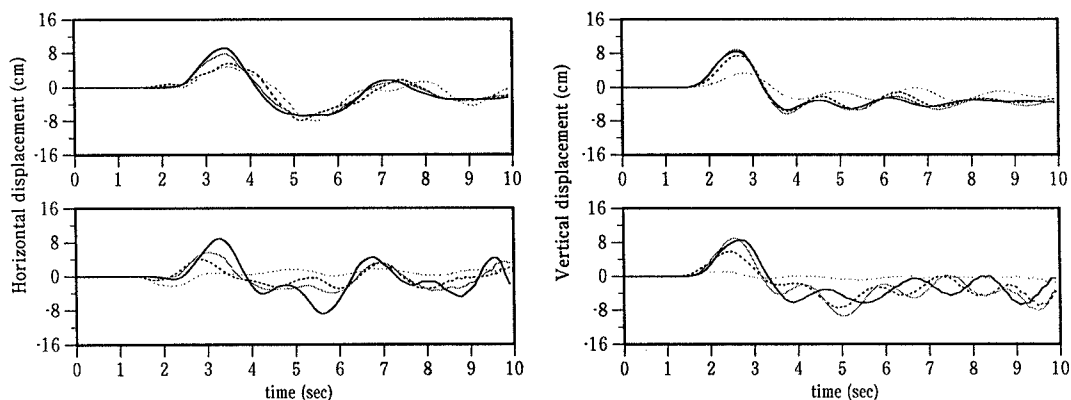


図5. 水平堆積層（上）と傾斜地盤（下）の各場所ごとの変位時刻歴（yz平面、X=25km）